

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) **DE 42 30 607 C 1**

(51) Int. Cl. 5:

**C 03 C 3/093**

C 03 C 4/20

H 01 L 61/30

- (21) Aktenzeichen: P 42 30 607.8-45  
(22) Anmeldetag: 12. 9. 92  
(43) Offenlegungstag: —  
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 5. 1. 94

AM	Schott Patente	Fb
SP		Krk
Rip	06. JAN. 1994	Spl
LW	Amt	
	Int:	

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(72) Patentinhaber:

Schott Glaswerke, 55122 Mainz, DE

1. Kop. Dan, Brit
2. Kart ✓
<u> </u>
= Kart
3. DE ✓
4. zda 7.1.94

(72) Erfinder:

Brix, Peter, Dr., 6500 Mainz, DE

(55) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

JP 4-33 741 B2

(54) Chemisch und thermisch hochbelastbares, mit Wolfram verschmelzbares Borosilikatglas und dessen Verwendung

(55) Es wird ein chemisch hochresistentes, mit Wolfram verschmelzbares Borosilikatglas mit einer Glastransformationstemperatur  $T_g > 570^\circ\text{C}$ , einer thermischen Dehnung zwischen 3,95 und 4,5 mal  $10^{-6}$  Pro Kelvin, einer hydrolytischen Beständigkeit nach DIN 12111 der ersten Klasse und einem TK100-Wert nach DIN 52326 von mindestens  $240^\circ\text{C}$  beschrieben, welches die Zusammensetzung in Gewichtsprozent auf Oxidbasis hat von  $\text{SiO}_2$  70 bis 78,  $\text{B}_2\text{O}_3$  9 bis 12,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1,5 bis 4,  $\text{Li}_2\text{O}$  0 bis 4,  $\text{Na}_2\text{O}$  1 bis 5,  $\text{K}_2\text{O}$  1 bis 5, Summe Alkalioxide 5 bis 7,  $\text{MgO}$  0 bis 3,  $\text{CaO}$  1 bis 3,  $\text{BaO}$  0 bis 2,  $\text{ZnO}$  0 bis 2,  $\text{ZrO}_2$  0,5 bis 3, Summe  $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{ZnO} + \text{ZrO}_2$  6 bis 10, sowie gegebenenfalls übliche Läutermittel. Es wird bevorzugt, wenn das Verhältnis  $\text{K}_2\text{O}$  zu  $\text{Na}_2\text{O}$  größer 1 ist und auf Erdalkalioxide außer  $\text{CaO}$  verzichtet wird. Zur Verminderung der UV-Durchlässigkeit kann das Glas noch  $\text{TiO}_2$  in Mengen von bis zu 1,5 Gewichtsprozent enthalten. Besonders geeignet ist das Glas für die Verwendung als Lampenkolbenglas in thermisch hochbelastbaren Lampen sowie als Brandschutzsicherheitsglas.

Zu EM00068

z.z. St. d.T.

07/817

98077

DE 42 30 607 C 1

DE 42 30 607 C 1

## Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist ein chemisch und thermisch hochbelastbares, mit Wolfram verschmelzbares Borosilikatglas.

5 Für Lampenkolben mit einer Einsatztemperatur oberhalb 300°C werden in der Lampenindustrie die temperaturwechselbeständigen Borosilikatgläser eingesetzt. Diese erst bei größerer Hitze (rund 700°C) erweichbaren ("zähnen") Gläser sind wegen ihres großen Verarbeitungsintervalls ("Länge") hervorragend zur Verarbeitung auf Preßmaschinen oder mit der offenen Flamme (vor der Lampe) geeignet. Eine hohe Einsatztemperatur ist insbesondere dort erwünscht, wo das Glas sehr heiße Umgebungstemperaturen aushalten muß, z. B. bei Blitzlampenröhren oder bei Ofenschaugläsern.

10 Die Borosilikatgläser zeichnen sich gegenüber den normalen Kalk-Natrongläsern auch durch große Härte, gute Qualität der Glasoberfläche, gute chemische Beständigkeit und verbesserte Isolationsfähigkeit aus. Für eine problemlose Durchführung der Zuleitungsdrähte sind die Gläser in ihrem Ausdehnungsverhalten an Wolfram angepaßt.

15 Seit Jahren bekannte Gläser dieses Typs sind z. B. in Pfänder, SCHOTT Guide to Glass, van Nostrand Reinhold Company, New York 1983 (ISBN 0-442-27435-1), Seite 110 aufgeführt. Ein neueres Glas der Zusammensetzung (in Gewichtsprozent 68–82 SiO<sub>2</sub>; 0,5–5 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 10–18 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3,5–8 Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O + Li<sub>2</sub>O; 0–3 CaO + MgO; 0,06–1 Läufermittel, ist z. B. in JP-AS 92–33741 beschrieben.

20 In Folge der steigenden Betriebstemperaturen der Lampen nimmt jedoch die Sicherheitsreserve bei den Gläsern, insbesondere in stark temperaturbelasteten Lampenkolben und bei sehr langer Brenndauer immer mehr ab, so daß es wünschenswert ist, diese Gläser in Richtung auf verbesserte Temperaturbeständigkeit weiter zu entwickeln.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Borosilikatgläser mit sehr hohen Glastransformationstemperaturen zu finden, bei denen der obere Kühlpunkt höher als 570°C liegt. Weiterhin sollen diese Gläser in konventionellen Schmelzagggregaten hergestellt werden können, d. h. die Verarbeitungstemperatur VA soll niedriger als 1285°C sein, das Verarbeitungsintervall (die Temperaturdifferenz von der Verarbeitungstemperatur VA bis zum Erweichungspunkt EW) soll mindestens 350°C lang sein, eine Verschmelzbarkeit mit Wolfram muß gegeben sein, die elektrischen Isolationseigenschaften müssen gut sein (TK100 mindestens 240°C) und das Glas soll eine gute bis sehr gute chemische Beständigkeit aufweisen.

30 Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beschriebene Glas gelöst.

Das Glas enthält 70 bis 78 Gewichtsprozent SiO<sub>2</sub>. Oberhalb 78 Gewichtsprozent wird das Glas zunehmend schwerer verarbeitbar und die Verarbeitungstemperatur VA nimmt unzulässige Werte an. Als Verarbeitungstemperatur VA wird die Temperatur in °C angegeben, bei der das Glas die Viskosität von 10<sup>4</sup> dPas besitzt. Unterhalb eines Gehaltes von 70 Gewichtsprozent SiO<sub>2</sub> nimmt die thermische Ausdehnung des Glases zu, so daß die Verschmelzanpassung an das Wolframmetall der Glasdurchführung nicht mehr gewährleistet werden kann. Besonders bevorzugt wird ein Gehalt von 73 bis 76 Gewichtsprozent SiO<sub>2</sub>.

Zur Erzielung einer guten chemischen Beständigkeit, Entglasungsstabilität und elektrischen Isolationsfähigkeit besitzt das Glas einen Gehalt an B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> von 9–12 Gewichtsprozent. In den angegebenen Grenzen erleichtert der B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt auch als Flußmittel die Schmelzbarkeit der Gläser.

40 Der Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt der Gläser liegt zwischen 1,5 und 4 Gewichtsprozent. Bei Verwendung höherer Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Anteile steigt die Verarbeitungstemperatur auf zu hohe Werte an und die Tendenz zur Phasentrennung nimmt zu, während bei Unterschreitung der Untergrenzt von 1,5 Gewichtsprozent die Entglasungstendenz deutlich ansteigt. Besonders günstige Ergebnisse werden bei einem Gehalt von 2 bis 3 Gewichtsprozent Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> erreicht.

45 Alkalioxide sollen in einer Menge von insgesamt 5 bis 7 Gewichtsprozent in dem Glas vorhanden sein. Sie dienen als Flußmittel zur Erreichung einer besseren Schmelzbarkeit der Gläser und zur Einstellung der thermischen Dehnung, welche außerhalb dieses Bereichs nicht die gewünschten Werte erreicht. Dabei sollen die Gehalte an Na<sub>2</sub>O und K<sub>2</sub>O jeweils zwischen 1 und 5 Gewichtsprozent liegen. Das Glas kann ferner 0 bis zu 4 Gewichtsprozent Li<sub>2</sub>O enthalten, bevorzugt wird jedoch ein Li<sub>2</sub>O-freies Glas. Es wird ferner bevorzugt, wenn der Na<sub>2</sub>O-Gehalt zwischen 1 und 3 und der K<sub>2</sub>O-Gehalt zwischen 3 und 5 Gewichtsprozent liegt. Es hat sich ferner herausgestellt, daß die Isolationsfähigkeit des Glases ansteigt, wenn das Gewichtsverhältnis K<sub>2</sub>O zu Na<sub>2</sub>O größer als 1 ist. Dieses Gewichtsverhältnis wird daher bevorzugt.

Um die Glastransformationstemperatur anzuheben, enthalten die Gläser ferner 0 bis 3 Gewichtsprozent MgO, 1 bis 3 Gewichtsprozent CaO und 0 bis 2 Gewichtsprozent BaO. BaO kann auch ganz oder teilweise durch SrO ersetzt werden. Neben den Erdalkalioxiden enthält das Glas ferner 0 bis 2 Gewichtsprozent ZnO und 0,5 bis 3 Gewichtsprozent ZrO<sub>2</sub>. ZrO<sub>2</sub> verbessert die chemische Resistenz, jedoch soll der Gehalt nicht über 3 Gewichtsprozent ansteigen, da sich solche Gläser nur noch schwer ohne Schmelzrelikte aufschmelzen lassen. Der Gesamtgehalt der Erdalkalioxide + ZnO + ZrO<sub>2</sub> soll zwischen 6 und 10 Gewichtsprozent liegen. Bei Unterschreiten dieses Bereichs kann die gewünschte hohe Transformationstemperatur nicht mehr erreicht werden, bei Überschreiten des Bereichs kann, insbesondere bei der Verwendung von MgO und BaO, Phasentrennung auftreten, so daß keine brauchbaren Gläser erhalten werden. Bevorzugt wird es daher, wenn auf die Erdalkalioxide außer Calciumoxid, das bevorzugt in einer Menge von 2 bis 3 Gewichtsprozent zur Anwendung kommt, ganz verzichtet wird. ZnO kommt bevorzugt in einer Menge von 1 bis 2 Gewichtsprozent und ZrO<sub>2</sub> in einer Menge von 2 bis 3 Gewichtsprozent zur Anwendung.

65 Eine bevorzugte Anwendung dieses Glases ist die Verwendung als Lampenkobenglas für thermisch hochbelastbare Lampen. Diese bei hohen Temperaturen betriebenen Lampen senden bereits erhebliche Mengen an UV-Strahlung aus. Falls diese Strahlung unerwünscht ist, kann dem Glas noch TiO<sub>2</sub> in Mengen von bis zu 1,5 Gewichtsprozent, bevorzugt 0,5 bis 1 Gewichtsprozent zugegeben werden, wodurch die UV-Strahlung ganz erheblich vermindert wird.

# DE 42 30 607 C1

Aufgrund der hohen thermischen Belastbarkeit besteht eine weitere bevorzugte Anwendung des Glases in seiner Verwendung als Brandschutzsicherheitsglas in Brandschutzverglasungen.

Das Glas kann mit üblichen Läutermitteln wie  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaF}_2$  oder  $\text{NaF}$  geläutert werden, die je nach Menge und verwendetem Typ des Läutermittels in Mengen von 0,05 bis 1 Gewichtsprozent im fertigen Glas anzutreffen sind.

## Beispiel

42 verschieden zusammengesetzte Gläser wurden aus herkömmlichen Rohstoffen bei  $1620^\circ\text{C}$  erschmolzen, 10 1 1/2 Stunden bei dieser Temperatur geläutert und anschließend 30 Minuten lang bei  $1550^\circ\text{C}$  zur Homogenisierung gerührt. Die Zusammensetzung von 41 Gläsern in Gewichtsprozenten ist in Tabelle 1, die physikalischen Werte dieser Gläser sind in Tabelle 2 angeführt.

Die Gläser Nr. 4, 25, 27, 29—34 und 36 bis 41 haben die erfundungsgemäße Zusammensetzung, die Gläser Nr. 1—3, 5—24, 26, 28, 35 dienen zum Vergleich. Sie demonstrieren die Anfälligkeit des erfundungsgemäßen Glassystems hinsichtlich einer Entmischung oder einer Abweichung von den gewünschten physikalischen Werten bereits bei geringfügiger Überschreitung der erfundungsgemäßen Grenzbereiche.

Bei dem Glas Nr. 41 wurde zusätzlich die Säurebeständigkeit nach DIN 12116 sowie die Laugenbeständigkeit nach DIN 52332 (ISO 675) bestimmt. Das Glas liegt in beiden Fällen innerhalb der ersten Säure- bzw. Laugenklasse. Da es auch in der ersten Hydrolytischen Klasse nach DIN 12111 liegt, wird deutlich, daß es sich um chemisch hochresistente Gläser handelt. Dies ermöglicht auch ihren Einsatz im chemischen Apparatebau z. B. für Ofenschaugläser.

Zur Demonstration der Verminderung UV-Emission durch einen Zusatz von  $\text{TiO}_2$  wurde das Beispiel Nr. 41 wiederholt, mit der Abweichung, daß der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt um 0,5 Gewichtsprozent (absolut auf 73,7 Gewichtsprozent) gesenkt wurde und stattdessen 0,5 Gewichtsprozent  $\text{TiO}_2$  zugesetzt wurde. Die Transmission von UV-Licht bei einer Wellenlänge von 296,7 nm und 1 mm Probendicke betrug bei dem Glas Nr. 41 (ohne  $\text{TiO}_2$ -Zusatz) 25 58,5% und ging nach dem Zusatz von 0,5 Gewichtsprozent  $\text{TiO}_2$  auf 11,5 Prozent zurück. Die Transmission im sichtbaren Bereich des Spektrums blieb praktisch unverändert.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## DE 42 30 607 C1

Tabelle I

Synthesewerte der Gläser in Gewichtsprozenten. Die Gläser enthalten zur Läuterung zusätzlich je 1,50% NaCl.

	Nr.	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	BaO	ZnO	ZrO <sub>2</sub>
5	1 +	80,00	9,00	1,50	1,00	3,00	0,50	3,00	1,00	0,50	0,50
	2 +	67,50	15,00	1,50	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00	2,00	3,00
	3 +	65,00	9,00	6,00	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00	2,00	3,00
10.	4 +	73,50	9,00	1,50	5,00	1,00	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00
	5 +	64,00	15,00	6,00	5,00	3,00	0,50	3,00	1,00	5,00	2,00
	6 +	64,00	15,00	1,50	5,00	3,00	3,00	1,00	5,00	2,00	0,50
	7 +	67,50	15,00	6,00	1,00	3,00	0,50	1,00	1,00	2,00	3,00
	8 +	65,00	15,00	6,00	5,00	1,00	3,00	3,00	1,00	0,50	0,50
15.	9 +	71,50	9,00	1,50	5,00	3,00	0,50	1,00	5,00	0,50	3,00
	10 +	72,00	9,00	6,00	3,00	1,00	0,50	1,00	5,00	2,00	0,50
	11 +	69,50	15,00	1,50	1,00	3,00	3,00	1,00	5,00	0,50	0,50
	12 +	69,50	9,00	6,00	5,00	3,00	3,00	1,00	1,00	2,00	0,50
	13 +	62,50	9,00	6,00	5,00	3,00	3,00	3,00	5,00	0,50	3,00
20.	14 +	69,00	15,00	6,00	3,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	3,00
	15 +	64,00	15,00	1,50	5,00	1,00	0,50	3,00	5,00	2,00	1,00
	16 +	72,90	14,15	1,65	1,00	2,75	1,90	2,95	1,65		1,05
	17 +	75,40	12,50	2,50	1,50	2,60	2,00	3,00		0,50	
	18 +	73,60	15,00	1,50	1,00	2,90	2,00	3,00			1,00
25.	19 +	75,00	13,00	1,50	1,00	3,10	1,75	3,00	1,65		
	20 +	74,80	13,00	1,50	2,95	1,25	0,50	3,00			3,00
	21 +	76,40	12,00	1,50	3,60	1,00	0,80	3,00	0,60		1,10
	22 +	73,70	11,00	2,00	4,10		2,30	3,00		1,60	2,30
	23 +	73,20	12,00	1,50	4,50			4,85		2,00	1,95
30.	24 +	74,00	12,00	3,00	1,90	3,00		3,10			3,00
	25	74,70	11,00	2,00	2,40	3,00		2,40		2,00	2,50
	26 +	71,00	12,00	3,20	1,90	3,00		2,60		2,50	3,80
	27	77,60	9,00	1,50	2,50	2,95		2,35		1,60	2,50
	28 +	75,50	10,00	5,00	6,00			1,50	2,00		
35.	29	75,45	10,00	2,50	2,00	3,60		2,35		1,60	2,50
	30	75,90	10,00	2,00	2,20	3,45		2,35		1,60	2,50
	31	75,05	10,00	2,50	2,00	4,00		2,35		1,60	2,50
	32	74,80	10,00	2,50	2,00	4,25		2,35		1,60	2,50
	33	74,25	11,00	2,50	2,30	3,50		2,35		1,60	2,50
	34	73,65	10,00	3,50	3,05	2,70		3,00		1,60	2,50
40.	35 +	72,85	10,00	3,50	2,00	3,80		3,25		1,60	3,00
	36	74,50	10,00	2,50	2,00	4,55		2,35		1,60	2,50
	37	73,50	11,05	2,90	2,00	4,25		2,70		1,60	2,00
	38	73,60	11,05	2,90	2,00	4,15		2,70		1,60	2,00
	39	73,60	11,10	2,90	2,20	3,90		2,70		1,60	2,00
45.	40	73,70	11,10	2,90	2,20	3,80	"	2,70		1,60	2,00
	41	74,20	11,10	2,90	1,70	3,80		2,70		1,60	2,00

+ = Vergleichsbeispiele

Tabelle 2

## Eigenschaften der Gläser

Nr.	Trüb <sup>1</sup>	alpha <sup>2</sup>	T <sub>d</sub> <sup>3</sup>	OKP <sup>4</sup>	EW <sup>5</sup>	VA <sup>6</sup>	D1 <sup>7</sup>	TK100 <sup>8</sup>	H <sup>9</sup>	5
1	+	2	3,62	599	636	915	1320	2,320	322	26
2	+	2	4,67	621	648	919	1252	2,487	250	47
3	+	5	4,16	585	598	878	1186	2,389	337	83
4	0	4,50	579	597	831	1210	2,410	240	29	10
5	+	0	5,53	566	570	763	1089	2,397	229	28
6	+	0	5,47	561	567	753	1051	2,478	297	69
7 <sup>10</sup>	+	0	4,03	559	593	863	1338	2,312	280	9
8	+	2	5,20	585	622	794	1124	2,375	189	63
9	+	0	5,34	594	603	817	1149	2,493	267	20
10	+	0	4,25	589	587	873	1328	2,398	202	8
11	+	6	4,16	578	608	855	1176	2,384	352	381
12	+	0	5,44	577	585	808	1203	2,398	218	18
13	+	0	6,01	598	600	808	1126	2,530	240	29
14	+	0	4,00	565	580	847	1313	2,299	227	9
15	+	1	4,94	573	583	810	1071	2,601	280	84
16	+	3	3,92	587	608	880	1260	2,304	290	62
17	+	2	3,87	591	610	872	1222	2,335	330	76
18	+	3	3,78	584	600	867	1225	2,301	339	67
19	+	3	3,95	591	616	876	1227	2,327	338	60
20	+	1	3,75	584	616	865	1234	2,325	268	43
21	+	2	3,98	574 <sup>11</sup>	627	861	1205	2,330	260	223
22	+	2	4,15	577	637	881	1215	2,367	217	64
23	+	6								
24	+	1								30
25	0	4,03	575	605	847	1240	2,353	283	13	
26	+	0,5	4,05	589	603	859	1261	2,364	268	15
27	0	3,95	589	617	859	1271	2,355	285	16	
28	+	0	4,65	589	597	816	1208	2,353	180	12
29	0	3,98	589	610	865	1283	2,345	283	9	
30	0	4,07	585	611	848	1257	2,353	287	9	35
31	0	4,19	589	609	870	1260	2,365	287	10	
32	0	4,23	589	610	864	1255	2,358	288	11	
33	0	4,14	580	603	870	1241	2,349	280	15	
34	0	4,40	597	609	848	1254	2,365	240	14	
35	+	0,5								40
36	0	4,35	591	606	847	1252	2,361	290	12	
37	0	4,32	587	601	837	1234	2,353	283	15	
38	0	4,36	585	603	842	1232	2,350	283	13	
39	0	4,37	589	602	834	1225	2,354	278	17	
40	0	4,31	588	604	838	1244	2,352	273	13	45
41	0	4,25	599	606	858	1256	2,348	286	14	

+ = Vergleichsbeispiele

50

<sup>1</sup>visuelle Beurteilung der Trübung auf einer Skala von 0 bis 10

55

<sup>2</sup>thermische Dehnung in  $10^{-6}\text{K}^{-1}$  im Temperaturbereich 20 bis 300°C<sup>3</sup>dilatometrische Gläsertransformationstemperatur in °C<sup>4</sup>Oberer Kühlpunkt Temperatur für die  $10^{13}\text{dPas}$ -Viskosität in °C

60

<sup>5</sup>Erweichungspunkt Temperatur für die  $10^{7.6}\text{dPas}$ -Viskosität in °C<sup>6</sup>Verarbeitungstemperatur Temperatur für die  $10^4\text{dPas}$ -Viskosität in °C<sup>7</sup>Dichte des Glases in  $10^3\text{ kg cm}^{-3}$ <sup>8</sup>Temperatur bei  $10^4\text{ Ohm cm}$  nach DIN 52326<sup>9</sup>Hydrolytische Beständigkeit in  $\mu\text{g Na}_2\text{O/g}$  nach DIN 12111<sup>10</sup>Teilweise ungelöste Schmelzschicht

65

<sup>11</sup>bei 630°C ein weiterer Tg

## Patentansprüche

1. Chemisch hochresistentes, mit Wolfram verschmelzbares Borosilikatglas mit einer Glastransformationstemperatur größer als 570°C, einer thermischen Dehnung zwischen 3,95 und  $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , einer hydrolytischen Beständigkeit nach DIN 12111 in der ersten Klasse und einem TK100-Wert nach DIN 52326 von mindestens 240°C, mit einer Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis) von

	SiO <sub>2</sub>	70—78
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9—12
10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,5—4
	Li <sub>2</sub> O	0—4
	Na <sub>2</sub> O	1—5
	K <sub>2</sub> O	1—5
15	$\Sigma \text{Na}_2\text{O} = \text{K}_2\text{O} \text{ Li}_2\text{O}$	5—7
	MgO	0—3
	CaO	1—3
20	BaO + SrO	0—2
	ZnO	0—2
	ZrO <sub>2</sub>	0,5—3
	$\Sigma \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} + \text{ZnO} + \text{ZrO}_2$	6—10
25		

sowie ggfls. übliche Läutermittel.

2. Borosilikatglas nach Anspruch 1, mit einer Zusammensetzung von

	SiO <sub>2</sub>	73—75
30	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9—12
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2—3
	Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1—2
	K <sub>2</sub> O	3—5
35	CaO	2—3
	ZnO	1—2
	ZrO <sub>2</sub>	2—3
	$\Sigma \text{CaO} + \text{ZnO} + \text{ZrO}_2$	> 6

40 3. Borosilikatglas nach den Ansprüchen 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein Gewichtsverhältnis von K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O > 1.

4. Borosilikatglas nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Gehalt von TiO<sub>2</sub> von bis zu 1,5 Gew.-%

45 5. Verwendung des Borosilikatglases nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4 als Lampenkolbenglas für thermisch hochbelastbare Lampen.

6. Verwendung des Borosilikatglases nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4 als Brandschutzsicherheitsglas.

50

55

60

65